

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **58-119293**
 (43)Date of publication of application : **15.07.1983**

(51)Int.CI. **H04R 3/00**
H04R 3/00

(21)Application number : **57-001396**
 (22)Date of filing : **08.01.1982**

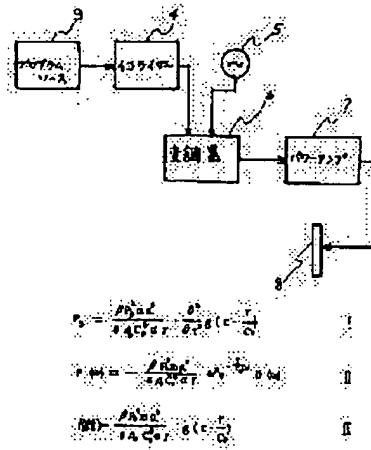
(71)Applicant : **NIPPON COLUMBIA CO LTD**
 (72)Inventor : **YONEYAMA MASAHIKE**

(54) ELECTROACOUSTIC TRANSDUCER

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain an electroacoustic transducer having a smooth frequency characteristic over a broad band of an audible frequency band, by using non-linear operation of definite amplitude sound wave propagating in air and generating audible tone.

CONSTITUTION: A sound pressure of a demodulated sound wave obtained through a non-linear parametric operation is expressed as Equation I and the result of Fourier transformation is shown in Equation II. Since Equation II is also proportional to ω^2 , assuming that the frequency characteristics of an ultrasonic wave oscillator are flat in a required band, to reproduce audio signals with fidelity, it is required to pass the modulation signal through an equalizer having the characteristics of $1/\omega^2$ before the amplitude modulation is done. Thus, when the signal passes through an equalizer 4, the sound pressure generated in air is expressed as Equation III, the sound pressure is proportional to the audio signal of a program source 3, no ω is included in the proportional coefficient, allowing to obtain the flat frequency characteristics.



LEGAL STATUS

- [Date of request for examination]
- [Date of sending the examiner's decision of rejection]
- [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
- [Date of final disposal for application]
- [Patent number]
- [Date of registration]
- [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

equalizer (filter) 4 for
characteristic correction

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開
⑪ 公開特許公報 (A) 昭58-119293

⑫ Int. Cl.³
H 04 R 3/00

識別記号
HAC
HAA

厅内整理番号
6416-5D
6416-5D

⑬ 公開 昭和58年(1983)7月15日
発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ 電気音響変換装置

⑮ 特 願 昭57-1396
⑯ 出 願 昭57(1982)1月8日
⑰ 発明者 末山正秀

川崎市川崎区港町5-1 日本コロムビア株式会社川崎事業所内

⑮ 出願人 日本コロムビア株式会社
東京都港区赤坂4丁目14番14号
⑯ 代理人 弁理士 山口和美

明細書

1. 発明の名称

電気音響変換装置

2. 特許請求の範囲

- (1) プログラムソースからのオーディオ信号でオーディオ信号周波数帯よりも十分高い周波数をキャリアとして振幅変調する変調器と、該変調器によって変調された信号を電気一音響変換する超音波振動子とを有し、有限振幅超音波を空气中に放射し非線形特性によるパラメトリック作用によりオーディオ信号を得ることを特徴とする電気音響変換装置。
- (2) オーディオ信号の周波数特性をイコライザーを通してした後、該振幅変調器に入力することを特徴とする特許請求範囲第(1)項の電気音響変換装置。
- (3) 超音波振動子を複数個配置し、超音波出力周波数特性をスター状に結合して成る振動子フレーを具備したことを特徴とする特許請求範囲第(1)項または範(2)項の電気音響変換装置。

概。

3. 発明の詳細な説明

本発明は可聴周波数帯の電気信号を音響信号として空中に放射するための電気音響変換装置に関するものである。

現在、電気音響エネルギー変換器としては、動電形直接反射スピーカとホーンロードスピーカが主流である。いずれにおいても、空気と接する弹性振動板を機械的に振動させることにより音波を発生させる装置である。これらの装置が有する共通の欠点は広いオーディオ周波数帯で使用しようとすると、弹性振動板の機械的な多重共振共鳴により、得られる音圧の周波数特性には鋭い共振峰が生じる。この共振峰のを低下させるために弹性振動板の内部損失を増大させる複数材料的な配置が必要である。

更に、弹性振動板の一様な振動状態を保証せようとすると、可聴周波数帯を複数個の帯域に分割し、各々の帯域に専用のスピーカを配する必要がある。いずれの技術を用いても、弱音点では

可聴周波数帯の低域から高域までフラットなまたは滑らかな周波数特性を得る事は困難である。

本発明は、可聴周波数帯の広帯域に亘りて、滑らかな周波数特性を有する電気音響変換装置を得る事を目的とし、このため従来のスピーカ等の音響変換器とは全く異なる手段、つまり空気の非線形による有限振幅音波のパラメトリック作用を利用するものである。

媒質中の音波の伝播は線形な波動方程式で記述されているが、これは音圧変動が無限小の場合を仮定しており、この場合のみ有効な方程式である。音波の音圧変動の振幅が次第に大きくなり、無限小とは考え難い事が出来ず、有限な振幅を有する音波と考えられる場合には、伝播特性は非線形効果を表わし、音波の伝播を記述する波動方程式も非線形の方程式となる。この様な有限振幅音波は非線形性を有するが故に、線形波動伝播特性からは想像出来ない種々の運動を示す。

種々の非線形効果の内でパラメトリック作用として知られている現象がある。

ここで、 $g(t)$ ：オーディオ信号、 α ：超音波領域の角周波数。

ここで、振動子からは有限振幅の超音波平面波ビームが発生するものとし、ビームの半径を α とする。またビームにそつて x 軸を考え、振動子面上で $x=0$ とすると振動子からは(1)式で表わされ尤有限振幅超音波が第1図に示す様に放射されることになる。

今、 x 点での進行波の音圧 P は

$$P = \rho_0 \left\{ 1 + g(t - \frac{x}{c_0}) \right\} e^{-\alpha x} \cos(\omega_0 t - k_0 x) \quad (1)$$

ここで、 c_0 ：音速、 ω_0 ：角周波数、 α ：音波の減衰係数、 k_0 ： ω_0/c_0 、 ρ_0 ：初期音圧。

次に、第1図のビーム内の音場を求める。

完全流体を仮定した流体力学における連続の方程式と運動量の方程式をテンソル表示するとそれぞれ次式を得る。

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (\rho v) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho v) + \frac{\partial}{\partial x} (\rho v^2) - \frac{\partial P}{\partial x} \quad (3)$$

(3)式において、 ρ ：空気の密度、 v ：速度テン

特開昭59-119293(2)

これは水中で周波数のわづかに異なる2つの有限振幅超音波ビームを同軸上に並せて放射した場合、水の非線形性により、2つの超音波の差と和の両波数を有する音波が発生する現象である。この場合、発生した音波は、メインビームと同等の指向性パターンを有するのが特徴である。

この現象は水中での超指向性長距離用ソナーに適用する研究がなされている。

本発明は音波のパラメトリック作用に着目し、弹性振動板を直接オーディオ信号で振動させる事なく空気中を伝播する有限振幅音波の非線形作用を利用して可聴音の発生を得んとするものである。今、空気中を進行する有限振幅超音波のエンベロープに時間的変化がある場合には、非線形効果による自己換波作用が生じ、エンベロープ成分の発生が予想される。以下、この件について数値的解析手段により現象を説明する。

超音波振動子に式(1)に示すようなAM波電圧を印加する。

$$j = j_0 (1 + m \cdot g(t)) \cos \omega_0 t \quad (1)$$

ソル、 j_0 ：ひずみテンソル。また m は

$$m = \rho_0 \delta_{11} + \rho_0 \delta_{22} - \rho_0 C_0^2 \delta_{12} \quad (4)$$

(4)式において、 δ_{ij} ：Kroneckerのデルタ関数。したがつて(3)式より(4)に課する次式のごとき波動方程式を得る。

$$C_0^2 (\nabla^2 - \frac{1}{c_0^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2}) = - \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2 \partial t} \quad (5)$$

式(5)の右辺を計算して、全体をオーディオ信号の音圧 P_0 に関する波動方程式にすると次式を得る。

$$\nabla^2 P_0 - \frac{1}{c_0^2} \frac{\partial^2 P_0}{\partial t^2} = - \frac{\rho}{\rho_0 C_0^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} [P]_0 \quad (6)$$

ただし、 ρ ：空気の非線形パラメータ。

また $[P]_0$ は P の内で変調信号に関与する成分を表わす。式(6)の右辺は超音波の干渉によつてメインビーム中に生ずるオーディオ信号の仮想音源密度を表わし、左辺は、これによつて生じるオーディオ音源の音圧音場を表わしている。式(6)より $[P]_0$ を計算すると次式のこととなる。

$$[P]_0 = P_0 \left\{ m \cdot g \left(t - \frac{x}{c_0} \right) + \frac{1}{2} \rho_0 C_0^2 \left(t - \frac{x}{c_0} \right) \right\} e^{-2\alpha x} \quad (7)$$

ここにおいて、 m は変調の深さを表わすパラメータで $m < 1$ である。今、 $m < 1$ が成り立つよう浅い変調を考えると、式の右辺の第2項は第1

DOCUMENT 1/1
DOCUMENT NUMBER
@: unavailable

1. JP,58-119293,A(1983)

現に比べて十分小さくなり振出出来る。

したがつて、この場合には

$$[M]_1 = \rho_0 \cdot \pi \left(\frac{1}{C_0} \right)^{2/3} \quad (9)$$

式(9)を用いて、式初の反復方程式を解くと

$$P_1 = \frac{\rho_0 \omega_0^2}{4 \pi C_0^2} \int_0^{\infty} \frac{r^2 dW'}{W'^2} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{C_0} \right) \frac{dW'}{W'} \quad (10)$$

ただし、 W' は振動子の位置ベクトル、 W' は振子の位置ベクトル。

いま、振子が円筒状のビームを形成していると仮定し、遠方共振近似を用いて(9)式の積分を実行すると次式を得る。

$$P_1 = \frac{\rho_0 \omega_0^2}{64 C_0^2 \pi r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{C_0} \right) \quad (11)$$

ただし、 r は振動子の中心から、絶上の距離までの距離を表わす。

式(10)が非線形パラメトリック作用によって得られる復興音波の音圧を表わしている。

勿論、ビーム中にねじれ外にもの応答が存在し更に非線形効果によって24.次も発生する。しかし、 α を十分に高い周波数に設定しておけば、これ等の成分は空気中での減衰が激しいために比

イコライザーにより、 $f_1 = 220\text{Hz}$ のとき $\alpha = 1$ （100%空気）となるので、周波数特性の子音特徴の下限は220Hzとなる。振動子アレーの半径を $r = 10\text{cm}$ とし、これより2周進れた端上の端でのオーディオ出力の音圧を初期音圧 P_0 をパラメータとして計算した結果を表-1に示す。

計算によつて、式(12)の各パラメータの値を次のように決めた。

$$\begin{aligned} \rho &= 1.2, \quad \omega = 1.2 \omega_0 / \pi^2, \quad C_0 = 340 \text{ m/s}, \quad \alpha = 0.19 \\ \text{neper/m}, \quad \alpha &= 0.05 \quad (= 1\text{kHz} \text{ のとき}), \quad r = 20\text{cm} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{c|ccccc} \text{周波数} & 120 & 130 & 140 & 150 & 160 \\ \hline P_0 \text{ (Pa)} & 20 & 40 & 60 & 80 & 100 \end{array}$$

したがつて、この場合には、実用的である程度の音圧を得るために、初期音圧として150~160Paが必要である。

次に復興信号を正弦波とした時の第2高調波ひずみ率について計算する。

$\alpha(t) = \cos \omega t$ とすると、得られる信号音圧は式(12)より

特許58-119293(3)

極めて早く消滅し、遠方での音源としては式(10)で表わされる成分のものが現れることがある。

ここで(9)および(10)のアーリエ変換をそれぞれ次のとく表わす。

$$P_1(t) \leftrightarrow P(\omega), \quad \alpha(t) \leftrightarrow 0.04$$

式(10)の両辺をアーリエ変換すると

$$P(\omega) = -\frac{\rho_0 \omega_0^2}{64 C_0^2 \pi r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{C_0} \right) \quad (11)$$

式(11)は ω に比例している事が認められる。

したがつて、もし複音放送用助子の周波数特性が必要音域内で平坦であると仮定するならばオーディオ信号の音圧を予め $1/\omega^2$ のイコライザー（例えは $-12\text{dB}/\text{oct}$ に相当するイコライザー）に通す必要がある。

この場合、パラメトリック作用により、空中にかけて発生する音圧は

$$P(\omega) = \frac{\rho_0 \omega_0^2}{64 C_0^2 \pi r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{C_0} \right) \quad (12)$$

で示される。

本発明の構成を第2図に示す。

$\omega = 1.0 \text{ kHz}$ のとき $\alpha = 0.05\text{Hz}$ 調整すると $1/\omega^2$

$$P_1 = \frac{\rho_0 \omega_0^2}{64 C_0^2 \pi r} \cdot 0.05 \text{ Hz} \quad (13)$$

一方、図2高調波成分（パラメトリック作用によって発生する）の音圧は式(11)より

$$P_1 = \frac{\rho_0 \omega_0^2}{64 C_0^2 \pi r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{C_0} \cos \omega t \right) = \frac{\rho_0 \omega_0^2}{64 C_0^2 \pi r} \cdot 0.0025 \text{ Hz} \quad (14)$$

したがつて、第2高調波ひずみ率は

$$\alpha = \frac{P_1}{P_0} \times 100\% = \omega \times 100\%$$

ω と同位相の関係を表-2に示す。

表-2

$$\begin{array}{c|ccccc} & 250\text{Hz} & 500\text{Hz} & 1\text{kHz} & 2\text{kHz} \\ \hline E & 79\% & 19\% & 5\% & 1.2\% \end{array}$$

イコライザーの周波数特性を第3図に示す。更にこの場合のスピーカの周波数特性を第4図に示す。

式(12)を検討すると、音圧 P はプロダクションソースのオーディオ信号に比例している。更に比例係数には ω が含まれないので、平坦な周波数特性が得られることがわかる。

次に電気音響装置の一例について説明する。

第5図に示すとく電気音響装置への入力音

-535-

BACK NEXT

MENU SEARCH
HELP

JP,58-119293,A © STANDARD © ZOOM-UP ROTATION [No Rotation]

RELOAD

PREVIOUS PAGE NEXT PAGE

DOCUMENT 1/1
DOCUMENT NUMBER
@: unavailable

1. JP,58-119293,A(1983)

号は内周波数を中心として±15kHzつまり30kHzの帯域幅を有している。したがつて電気音響を音響信号に変換する電気音響変換回路において、それを中心周波数として30kHzの帯域幅が要求される。

パラメトリック・スピーカ用の電気音響変換器としては次の2点を満す必要がある。

(1) 有効音圧レベルの範囲を広くする事。

(2) 少なくとも、30kHzの帯域を有する事。

上記(1)の条件を満すためには、單一の振動子を用いるよりも、音響回路に複数個の振動子をアレー状に配置して用いた方が有利である事が既に知られている。

更に各音波の周波数が高くなると、電気音響変換器が低下し、また空気中の吸収も激しくなるので、(1)としてはより高い周波数は望ましくない。

次に上記(2)の条件を満すことを考える。

一般に複数振動子の場合は相位に遅れがあり、帯域幅を確保するためには、出力の大きさを高く選ぶ方が有利である。

る。

4. 図面の簡単な説明

第1図は振動子より有効音響の波形図が放射され、平面波として伝播していく様子を示す。

第2図は本発明の一構成図である。

第3図は本発明の一実施例の各振動子のイコライザーの周波数特性を示す。

第4図は本発明の一実施例の各振動子の周波数特性を示す。

第5図は本発明の一実施例の変調された信号の周波数スペクトルを示す。

第6図は各振動子をアレー状に配置する一実施例を示す。

第7図は第6図の各振動子の周波数特性をスター状に結合して広帯域を特性を得ることを示す図である。

1は超音波振動子、2はピーム、3はプロダクタムソース、4はイコライザー、5は発振器、6は振動子回路、7はパワーアンプ、8は振動子アレーである。

特開昭58-119293(4)

したがつて、上記条件(1)はお互いに矛盾するところが解る。この矛盾を解決する一方でして比較的低いを選び、アレーを構成している各振動子の共振周波数を適当に異なる周波数に設定し、各振動子を並列駆動した時、変換器全体として図示図に示すように各振動子の周波数帯域がスター状に重なるが、全体としての帯域幅をカバーする役をすればよい。

例えば仮りに、 $j_1 = \omega/2$ を 100kHz とするとき振動子アレーとしては 83kHz から 113kHz でを少なくともカバーしなくてはならない。今、振動子の j_1 を 80kHz と固定し、100kHz 附近で j_2 では 3 低下点での帯域幅を 20kHz とすると、各振動子は各振動子と j_2 低下点で相交わる様に設定すると各振動子間の中心周波数の差は 4kHz となり、30kHz 帯域幅を確保するには約 8 個の振動子が必要である。

上記の様に比較的低い周波数を用いても必要帯域が確保出来るので、広帯域有効振動範囲を放射しやすくパラメトリックスピーカの実現が可能である。

BACK NEXT

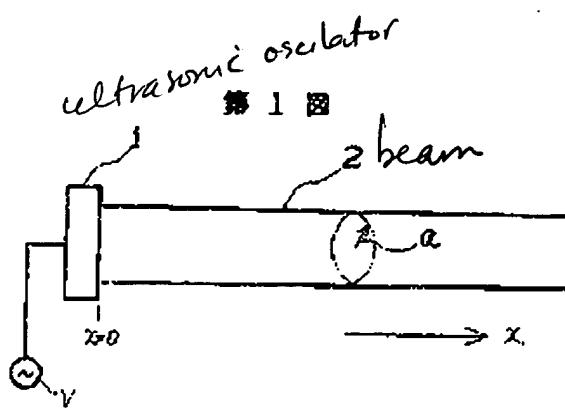
MENU SEARCH
HELP

JP,58-119293,A

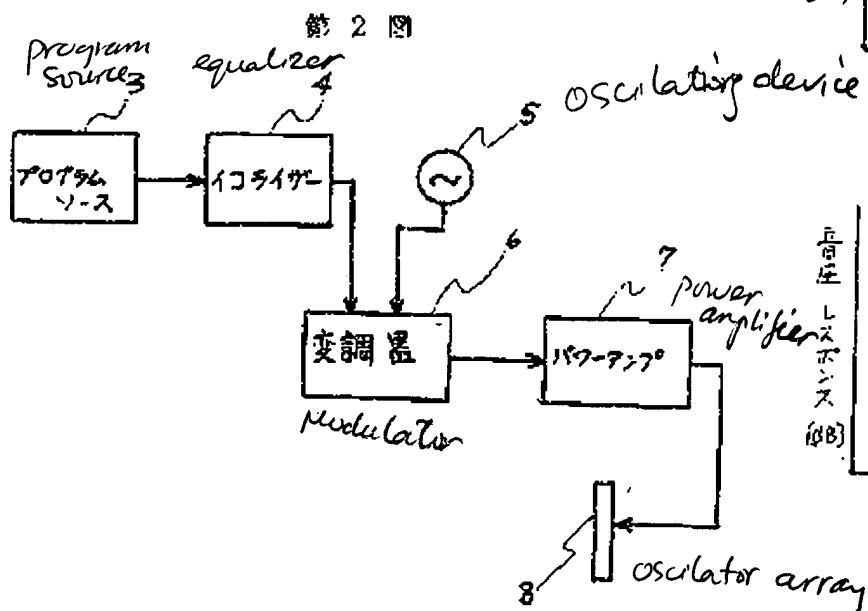
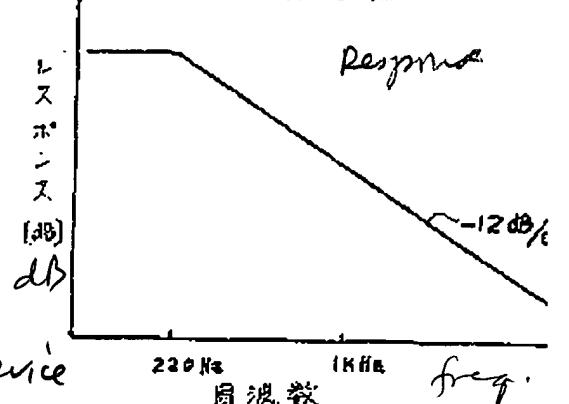
© STANDARD © ZOOM-UP ROTATION [No Rotation]

RELOAD

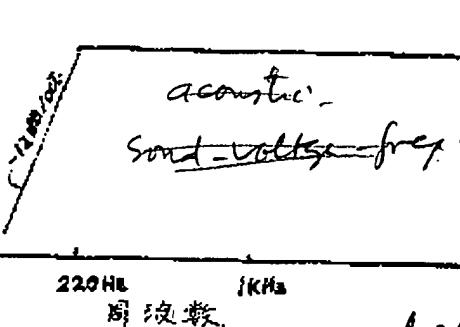
PREVIOUS PAGE NEXT PAGE



特開昭53-119
freq characteristic
第3図 embodiment

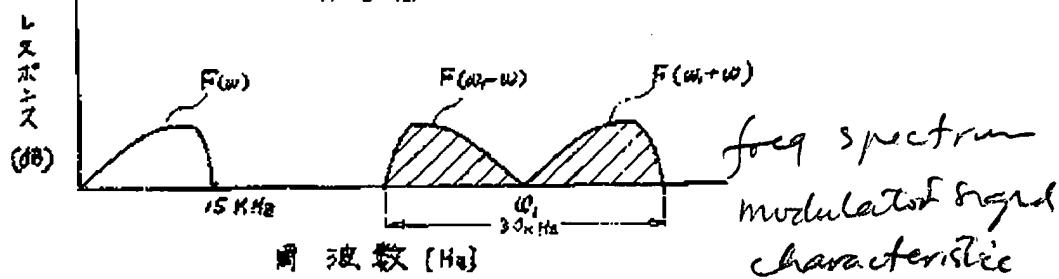


第4図



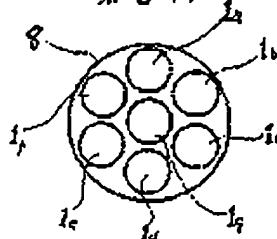
Sound pressure characteristic

第5図



freq spectrum
modulated signal
characteristic

第6図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.